



ARNOLD, et al Q79528  
SYSTEM AND ASSOCIATED METHOD FOR  
RECEIVING DATA TELEGRAMS IN  
COMMUNICATION SYSTEMS HAVING ...  
Filed: March 26, 2004  
SUGHRUE MION 202-293-7060  
2 of 2

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 47 428.8

**Anmeldetag:** 26. September 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE

**Bezeichnung:** System und Verfahren zur Realisierung von  
Redundanzmechanismen in Kommunikations-  
systemen, insbesondere Real-time Ethernet

**IPC:** H 04 L 1/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

0210201

## Beschreibung

System und Verfahren zur Realisierung von Redundanzmechanismen in Kommunikationssystemen, insbesondere Real-time Ethernet

Die Erfindung bezieht sich auf ein System und Verfahren zur Realisierung von Redundanzmechanismen in Kommunikationssystemen, insbesondere Real-time Ethernet.

Unter einem synchronen, getakteten Kommunikationssystem mit Äquidistanz-Eigenschaften versteht man ein System aus wenigstens zwei Teilnehmern, die über ein Datennetz zum Zweck des gegenseitigen Austausches von Daten bzw. der gegenseitigen Übertragung von Daten miteinander verbunden sind. Dabei erfolgt der Datenaustausch zyklisch in äquidistanten Kommunikationszyklen, die durch den vom System verwendeten Kommunikationstakt vorgegeben werden. Teilnehmer sind beispielsweise zentrale Automatisierungsgeräte, Programmier-, Projektierungs- oder Bediengeräte, Peripheriegeräte wie z.B. Ein-/Ausgabe-Baugruppen, Antriebe, Aktoren, Sensoren, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder andere Kontrolleinheiten, Computer, oder Maschinen, die elektronische Daten mit anderen Maschinen austauschen, insbesondere Daten von anderen Maschinen verarbeiten. Teilnehmer werden auch Netzwerkknoten oder Knoten genannt. Unter Kontrolleinheiten werden im folgenden Regler- oder Steuerungseinheiten jeglicher Art verstanden, aber auch beispielsweise Switches und/oder Switch-Controller. Als Datennetze werden beispielsweise Bussysteme wie z.B. Feldbus, Profibus, Ethernet, Industrial Ethernet, FireWire oder auch PC-interne Bussysteme (PCI), etc., insbesondere aber auch isochrones Realtime Ethernet verwendet.

Datennetze ermöglichen die Kommunikation zwischen mehreren Teilnehmern durch die Vernetzung, also Verbindung der einzelnen Teilnehmer untereinander. Kommunikation bedeutet dabei die Übertragung von Daten zwischen den Teilnehmern. Die zu über-

tragenden Daten werden dabei als Datentelegramme verschickt, d.h. die Daten werden zu mehreren Paketen zusammengepackt und in dieser Form über das Datennetz an den entsprechenden Empfänger gesendet. Man spricht deshalb auch von Datenpaketen.

- 5 Der Begriff Übertragung von Daten wird dabei in diesem Dokument völlig synonym zur oben erwähnten Übertragung von Datentelegrammen oder Datenpaketen verwendet.

- 10 In verteilten Automatisierungssystemen, beispielsweise im Bereich Antriebstechnik, müssen bestimmte Daten zu bestimmten Zeiten bei den dafür bestimmten Teilnehmern eintreffen und von den Empfängern verarbeitet werden. Man spricht dabei von echtzeitkritischen Daten bzw. Datenverkehr, da ein nicht rechtzeitiges Eintreffen der Daten am Bestimmungsort zu unerwünschten Resultaten beim Teilnehmer führt, im Gegensatz zur  
15 nicht echtzeitkritischen, beispielsweise inter- bzw. intranetbasierten Datenkommunikation. Gemäss IEC 61491, EN61491 SERCOS interface - Technische Kurzbeschreibung ([http://www.sercos.de/deutsch/index\\_deutsch.htm](http://www.sercos.de/deutsch/index_deutsch.htm)) kann ein er-  
20 folgreicher echtzeitkritischer Datenverkehr der genannten Art in verteilten Automatisierungssystemen gewährleistet werden.

- 25 Automatisierungskomponenten (z.B. Steuerungen, Antriebe,...) verfügen heute im Allgemeinen über eine Schnittstelle zu einem zyklisch getakteten Kommunikationssystem. Eine Ablaufe-  
30 ne der Automatisierungskomponente (Fast-cycle) (z.B. Lageregelung in einer Steuerung, Drehmomentregelung eines Antriebs) ist auf den Kommunikationszyklus synchronisiert. Dadurch wird der Kommunikationstakt festgelegt. Andere, niederperformante  
35 Algorithmen (Slow-cycle) (z.B. Temperaturregelungen) der Automatisierungskomponente können ebenfalls nur über diesen Kommunikationstakt mit anderen Komponenten (z.B. Binärschalter für Lüfter, Pumpen,...) kommunizieren, obwohl ein langsamerer Zyklus ausreichend wäre. Durch Verwendung nur eines  
Kommunikationstaktes zur Übertragung von allen Informationen im System entstehen hohe Anforderungen an die Bandbreite der Übertragungsstrecke.

Bei der Echtzeitkommunikation mit dem isochronen Real-Time-Fast-Ethernet (IRTE) gibt es im Isochronzyklus einen IRT-Zeitbereich und einen NRT-Zeitbereich (Non Real-Time). Im IRT-Zeitbereich findet der zyklische Austausch von Echtzeit-

5 daten statt, während im NRT-Zeitbereich über Standard-Ethernet-Kommunikation kommuniziert wird.

Bei der Kommunikation im IRT-Zeitbereich handelt es sich um eine geplante Kommunikation. Die Kommunikationsplanung legt

10 fest zu welchem Zeitpunkt (bezogen auf den Beginn des Isochronzyklus) und über welchen Port (bei einem IRTE-Switch) ein Echtzeitdatenpaket versendet wird. IRTE-Switches, die diese Pakete weiterleiten sollen, haben ebenfalls die Information wann und über welche Ports sie die empfangenen Echtzeit-

15 pakete weiterleiten. Ein Empfängerknoten hat das Wissen zu welchem Zeitpunkt und an welchem Port er welches Echtzeitdatenpaket erwartet. Durch die Planung der isochronen Echtzeitkommunikation ist deshalb der Pfad, den das Echtzeittelegramm im Netzwerk nimmt, genau festgelegt. Mit Hilfe einer geplanten

20 Echtzeitkommunikation ist es möglich redundante Echtzeittelegramme über disjunkte Pfade in einem redundanten Netzwerk zu versenden.

Die Echtzeit-Kommunikation in Ethernet-Netzen ist eine zyklische Kommunikation, in deren Zeitbereich das komplette Perip-

25 herieabbild einer Applikation in einzelnen Datensätzen ausgetauscht wird. Der Weg jedes einzelnen RT-Datensatzes durch das Ethernet-Netzwerk wird dabei durch eine Autokonfiguration vorab festgelegt und den entsprechenden Ethernet-Switches

30 mitgeteilt. Jeder Empfangsport eines Switches im Ethernet-Netzwerk weiß somit bereits vorab, wann und an welchem Sendepunkt er ein Telegramm weiterleiten muss. Durch diese geplante Kommunikation können beispielsweise geschlossene Ringtopologien aufgebaut werden. Der Ring bleibt dabei auch während der

35 Kommunikation geschlossen (bei der nicht-zyklischen Kommunikation wird er an einer Stelle aufgebrochen), da durch die Planung keine kreisenden Echtzeit-Telegramme auftreten. Wer-

den nun ein oder mehrere RT-Datensätze beim Transfer auf dem Ethernet-Netz gestört bzw. wird die Ethernet-Verbindung zum Nachbar-Switch unterbrochen, so werden Echtzeit-Datensätze als ungültig oder gar nicht empfangen gekennzeichnet. Das Peripherieabbild (Eingangsdaten) einer Applikation ist damit

5 inkonsistent und kann für diesen Applikationszyklus nicht verwendet werden.

Dasselbe gilt selbstverständlich auch für und in beliebigen Netzwerk-Topologien.

10

Neben den geplanten Echtzeit-Datensätzen werden die gleichen Datensätze nochmals als redundantes Peripherieabbild auf anderen als den bisher geplanten Pfaden zum Empfänger-Switch transferiert. Die redundanten Datensätze müssen dabei genau

15 wie die Original-Datensätze in die Planung der Echtzeit-Kommunikation aufgenommen werden. In der geschlossenen Ringtopologie werden beim Empfänger-Switch die Datensätze nun zweimal, an unterschiedlichen Empfangsports empfangen. Der Ausfall / die Unterbrechung eines Ethernet-Pfades führt damit

20 noch nicht zu inkonsistenten Peripherieabbildern. Das Gesamtsystem wird dadurch wesentlich robuster und störungssicherer. In der bisherigen nicht-zyklischen Ethernet-Kommunikation, wurden geschlossene Ringtopologien durch den Spanning-Tree-Algorithmus mit Hilfe der Software zu Linienstrukturen aufgebrochen. Dabei blieb die Topologie zwar erhalten, jedoch

25 wurden im Ethernet-Ring die redundanten Sende-Ports zweier benachbarter Switches abgeschaltet. Für den Zeitbereich der zyklischen Echtzeit-Kommunikation wird dieses Konzept um die oben beschriebene Funktionalität erweitert. Alle Sende-Ports

30 sind aktiv, jedoch erfolgt die Steuerung der Original- und Redundanz-Echtzeit-Datensätze durch die Weiterleitung der Daten über die vorab geplanten Sende- und Empfangs-Ports auf unterschiedlichen Wegen.

Der Einsatz des beschriebenen Konzepts ist insbesondere bei

35 der Echtzeit-Ethernet-Kommunikation im Feldbus-Bereich möglich.

Von besonderem Vorteil ist es darüber hinaus, dass die offenbarten Verfahren in Automatisierungssystemen, insbesondere bei und in Verpackungsmaschinen, Pressen, Kunststoffspritzmaschinen, Textilmaschinen, Druckmaschinen, Werkzeugmaschinen, 5 Robotor, Handlingssystemen, Holzverarbeitungsmaschinen, Glasverarbeitungsmaschinen, Keramikverarbeitungsmaschinen sowie Hebezeugen eingesetzt bzw. verwendet werden können.

10 Im Weiteren werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1: Kommunikations- bzw. Isochronzyklen

15 Fig 2: Beispiel für ein redundantes Netzwerk insbesondere Automatisierungssystem

Fig 2 zeigt beispielsweise, dass in einem redundanten Netzwerk ein Datensatz über mehrere Pfade versendet werden kann. 20 Sendet Knoten\_1 an Knoten\_5 Daten, so kann ein Echtzeitlegramm über Pfad 1, Knoten\_2 und Pfad 2 versendet werden und das redundante Echtzeitlegramm über Pfad 3, Knoten\_4 und Pfad 4. Liegt im entsprechenden Teil des Netzwerkes eine Unterbrechung vor, so wird der Datensatz über den redundanten Pfad empfangen. Die Redundanz wird vom Planungsalgorithmus geplant. Im Peripherieabbildspeicher für die Datensätze 25 braucht beim Empfänger nur ein Speicherblock für den redundant versendeten Datensatz reserviert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Realisierung von Redundanzmechanismen in Kommunikationssystemen mit wenigstens zwei Teilnehmern, insbesondere Realtime Ethernet,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass jedes Datentelegramm vor und/oder beim Senden wenigstens einmal dupliziert und das jeweilige Original auf einem ersten Pfad und das jeweilige Duplikat wenigstens auf einem zweiten  
10 Pfad von einem ersten Teilnehmer an einen zweiten Teilnehmer eines Kommunikationssystems gesendet wird.

2. System zum Durchführen eines Verfahrens nach Anspruch 1.

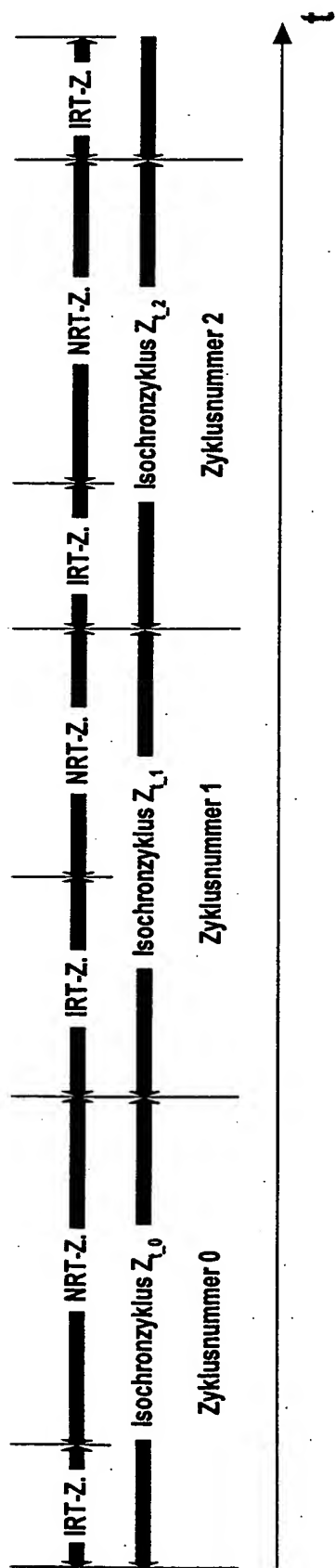


FIG 1: Kommunikations- bzw. Isochronzyklen



Fig 2: Beispiel für ein redundantes Netzwerk insbesondere Automatisierungssystem

